

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-51175

(P2000-51175A)

(43) 公開日 平成12年2月22日 (2000.2.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード (参考)
A 6 1 B 5/055		A 6 1 B 5/05	3 3 1 4 C 0 9 6
G 0 1 R 33/383		H 0 1 F 7/02	D
H 0 1 F 7/02		G 0 1 N 24/06	5 1 0 P

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-223444

(22) 出願日 平成10年8月6日 (1998.8.6)

(71) 出願人 000183417

住友特殊金属株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号

(72) 発明者 青木 雅昭

大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号

住友特殊金属株式会社山崎製作所内

(72) 発明者 橋本 重生

大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号

住友特殊金属株式会社山崎製作所内

(74) 代理人 100072431

弁理士 石井 和郎

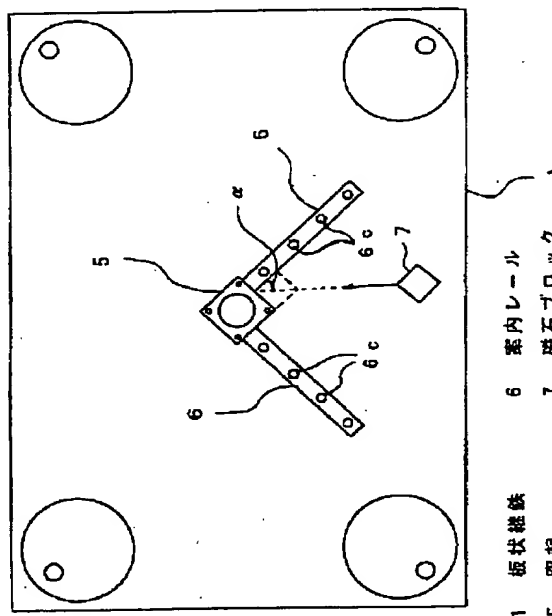
Fターム (参考) 4C096 AB50 CA06 CA08 CA16 CA18
CA70

(54) 【発明の名称】 M R I 用磁界発生装置およびその組立方法並びにそれに用いる磁石ユニットの組立方法

(57) 【要約】

【課題】 効率よく高性能のM R I 用磁界発生装置を組み立てることができる方法を提供する。

【解決手段】 複数の磁石ブロックで構成される永久磁石の一对を用いたM R I 用磁界発生装置の製造方法において、磁石ブロックを板状継鉄の上面を摺動しながら搬送し、板状継鉄の表面に設けられた突起または既に固定された板状継鉄の側面で接着して固定することにより、永久磁石を組み立てる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁性材料からなる板状継鉄の表面に設けた突起の側面または前記板状継鉄の表面にすでに固定された磁石ブロックの側面に接着剤を塗布する工程、着磁された磁石ブロックを前記板状継鉄上で摺動させて搬送する工程、および搬送された磁石ブロックを接着剤が塗布された前記突起または磁石ブロックに圧着して両者を接着する工程を具備する磁石ユニットの組立方法。

【請求項 2】 前記突起が非磁性材料からなる請求項 1 記載の磁石ユニットの組立方法。

【請求項 3】 磁石ブロックを搬送する前に、前記板状継鉄の表面に、接着しようとする前記磁石ブロックを側面に当接させて位置決めするための案内部材を配する工程をさらに具備する請求項 1 記載の磁石ユニットの組立方法。

【請求項 4】 前記案内部材が、前記磁石ブロックを当接させる側面の前記磁石ブロック同士の接着部に対応する箇所凹部を有する請求項 3 記載の磁石ユニットの組立方法。

【請求項 5】 新たな磁石ブロックを、すでに固定された複数の前記磁石ブロックの側面により構成される角部、またはすでに固定された磁石ブロックの側面と前記案内部材の側面により構成される角部に嵌め込むようにして固定する請求項 1 記載の磁石ユニットの組立方法。

【請求項 6】 固定しようとする磁石ブロックを、その側面と前記角部をなす固定された前記磁石ブロックまたは案内部材の側面を平行にした状態で、前記磁石ブロックまたは案内部材の側面より傾斜した方向から前記角部に向けて搬送する請求項 5 記載の磁石ユニットの組立方法。

【請求項 7】 板状継鉄、前記板状継鉄の表面に同一の磁極を上面向けて密着配置した複数の磁石ブロックで構成される永久磁石および前記永久磁石の表面に配された磁極片を備えた磁石ユニットの組立方法であって、磁性材料からなる板状継鉄の上方に、磁性体を前記板状継鉄の上面より所定間隔を隔てて略平行に配置する工程、および配置しようとする複数の磁石ブロックをそれぞれ前記板状継鉄上を搬送して接着して固定する工程を具備する磁石ユニットの組立方法。

【請求項 8】 前記磁性体が磁極片であって、磁石ブロックを接着する工程の後に、前記磁極片を降下させて、配置された前記磁石ブロックの上に載置する工程をさらに具備する請求項 7 記載の磁石ユニットの組立方法。

【請求項 9】 板状継鉄および前記板状継鉄の表面に同一の磁極を上面向けて密着配置した複数の磁石ブロックで構成される永久磁石を備えた磁石ユニットの一对と、前記磁石ユニットの一对を前記永久磁石を備えた面が互いに対向するように支持しかつ磁気的に接続する柱状継鉄とを具備し、前記板状継鉄が、前記永久磁石を備えた面に突起を有し、前記磁石ブロックが、前記突起ま

たは隣接する磁石ブロックと側面で接着されている MR I 用磁界発生装置。

【請求項 10】 前記突起が非磁性材料からなる請求項 9 記載の MR I 用磁界発生装置。

【請求項 11】 板状継鉄および前記板状継鉄の表面に配された永久磁石を備えた磁石ユニットの一对と、前記磁石ユニットの一对を前記永久磁石が互いに対向するように所定の間隔を隔てて支持しかつ磁気的に接続する柱状継鉄とを具備した MR I 用磁界発生装置の組立方法であって、磁石ユニット上の永久磁石と柱状継鉄を配しようとする箇所との間に、前記柱状継鉄を案内するための案内部材を配する工程、前記柱状継鉄を前記磁石ユニットの上方に吊持する工程、および吊持した柱状継鉄を前記案内部材の側面に沿わせながら降下させ、前記磁石ユニット上に配置する工程を具備する MR I 用磁界発生装置の組立方法。

【請求項 12】 前記案内部材の高さが、700 mm 以上である請求項 11 記載の MR I 用磁界発生装置の組立方法。

【請求項 13】 板状継鉄および前記板状継鉄の表面に配された永久磁石を備えた磁石ユニットの一对と、前記磁石ユニットの一对を前記永久磁石が互いに対向するように所定の間隔を隔てて支持しかつ磁気的に接続する柱状継鉄とを具備した MR I 用磁界発生装置の組立方法であって、磁石ユニットの上面に形成された穴の上方に柱状継鉄を吊持する工程、吊持した前記柱状継鉄の下端面に前記穴に挿入するための案内棒を装着する工程、および前記柱状継鉄を前記穴に前記案内棒が挿入されるように案内しながら降下させて前記柱状継鉄と前記磁石ユニットを接続する工程を具備する MR I 用磁界発生装置の組立方法。

【請求項 14】 板状継鉄および前記板状継鉄の表面に配された永久磁石を備えた磁石ユニットの一对と、前記磁石ユニットの一对を前記永久磁石を備えた面が互いに対向するように所定の間隔を隔てて支持しかつ磁気的に接続する柱状継鉄とを具備する MR I 用磁界発生装置の組立方法であって、一方の磁石ユニットの上面に柱状継鉄を配する工程、前記柱状継鉄の上端面に案内棒を装着する工程、前記柱状継鉄と接続しようとする箇所に開口した穴を有する他方の磁石ユニットを前記柱状継鉄の上方に吊持する工程、および前記他方の磁石ユニットを前記穴に前記案内棒が挿入されるように案内しながら降下させて前記他方の磁石ユニットと前記柱状継鉄を接続する工程を具備する MR I 用磁界発生装置の組立方法。

【請求項 15】 前記案内棒の長さが互いに異なる一对の案内棒を前記柱状継鉄の上端面に装着する請求項 14 記載の MR I 用磁界発生装置の組立方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、核磁気共鳴断層撮

影装置用の磁界発生装置の組立方法、特にその永久磁石の組立方法および磁石ユニットと柱状継鉄の接続方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】核磁気共鳴断層撮影装置（以下、MR I という）は、磁気共鳴現象を利用した映像装置であって、主に医療診断に用いられている。MR I 用の磁界発生装置としては、永久磁石を用いたもの、常電導磁石を用いたもの、および超電導磁石を用いたものがある。このうち、永久磁石を用いた磁界発生装置は、磁界を発生させるのに電力を必要とせず、またメンテナンスが少なくすむことから、ランニングコストが低いといった利点を有している。

【0003】永久磁石を用いた磁界発生装置の一例を図1に示す。図1に示すように、一対の磁石ユニット8が、柱状継鉄2により所定の間隔、例えば40～60cmを隔てて略平行に配されている。磁石ユニット8は、板状継鉄1と、その表面に配置された永久磁石3および磁極片4とを備える。一対の磁石ユニット8は、永久磁石3が配された面を互に対向させて配されている。各板状継鉄1上に配された永久磁石3は、互いに異なる磁極面を対向させていて、柱状継鉄2により磁氣的に結合されている。これにより、磁界発生装置は、一対の磁極片4の間の空間部に均一な磁界が形成されるように構成されている。

【0004】ここで、永久磁石は粉体の磁性材料をプレス、焼結、着磁して製造されることから、磁石1個の大きさには限界があり、永久磁石3として一つの磁石を用いることは製造上不可能である。したがって、永久磁石3は、複数の磁石ブロックにより構成する必要がある。ただし、着磁前の磁石ブロックを配置した後、これらを着磁することは困難であるため、実際の製造においては、着磁後の磁石ブロックを、同一の磁極を上面に向けて板状継鉄1上に整列配置する必要がある。

【0005】従来、板状継鉄上に磁石ブロックを敷き詰める場合、例えば特許第2699250号公報に開示されているように、板状継鉄の表面にあらかじめ接着剤を塗布しておいて、その上に磁石ブロックを配置して接着していた。このような接着方法によると、板状継鉄の表面に接着された磁石ブロックの上面の高さが一致せずに凹凸が生じるから、そのような磁石ブロックで構成される永久磁石を用いた磁界発生装置は、対向配置された一対の磁極片間に形成される磁界が不均一になりやすい。また、磁界の不均一を補正するための磁極片に傾きを生じさせて、磁界の不均一を発生させることもある。通常、永久磁石を対向配置したあとには、磁界の分布を調整して均一化する工程が不可避であるが、上記のような方法で磁石ブロックを配置すると、発生する磁界が大きくばらつき、この工程が非常に面倒であり、多くの工数を必要とする。

【0006】また、この磁石の接着方法によると、板状継鉄の上面に強力な磁石ブロックを上方から配置する必要があり、磁石ブロックを密着して配置する作業は非常に困難である。すなわち、磁石ブロックをその磁極面を一致させて配置するため、既に板状継鉄上に固定された磁石ブロックの上方に他の磁石ブロックが位置すると、両者の間に吸引力が発生する。また、磁石ブロック同士を隣接させると、両者の間に反発力が生じる。このように、配置しようとする磁石ブロックには強い力が作用するため、安全性を考慮すると磁石ブロックをその4面で強固に保持して搬送する必要がある。また、このような力に反して磁石ブロックを効率よく密着配置することは、その保持機構の構造上、困難である。また、すでに接着されている磁石ブロックに、新たに接着しようとする磁石ブロックを近接させると、両者の間に反発力が発生し、双方の磁石ブロックが減磁することがある。

【0007】以上のようにして組み立てられた磁石ユニットの一対は、その永久磁石が所定の間隔を隔てて対向するように配置される。このとき、一方の磁石ユニットを組み立てた後、これに柱状継鉄を接続し、さらに他方の磁石ユニットを接続する。柱状継鉄は、一対の磁石ユニットを磁氣的に接続するものであるため、磁性材料で構成される必要がある。したがって、上記のように磁石ユニットに柱状継鉄を接続する場合、磁石ユニットの吸引力が柱状継鉄に働く結果、精度よく両者を接続するのは困難であった。同様に、一方の磁石ユニットに接続された柱状継鉄に他方の磁石ユニットを接続する工程においても、精度よく両者を接続することは困難であった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、以上の問題点を解決し、永久磁石の組み立て等、磁石ユニットの組み立てや、磁石ユニットと柱状継鉄の接続等を容易にし、効率よくMR I 用磁界発生装置を組み立てることができる方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明では、複数の磁石ブロックを板状継鉄上に密着して配置して永久磁石を組み立てる際に、磁石ブロックを板状継鉄の上面を摺動しながら搬送し、磁石ブロックの側面同士を接着して固定する。永久磁石を組み立てて得られた磁石ユニットに柱状継鉄を接続する際や、磁石ユニットに接続された柱状継鉄に他方の磁石ユニットを接続する際には、柱状継鉄の接続しようとする箇所案内棒を装着し、さらに磁石ユニットの板状継鉄の対応する箇所に案内棒と雌雄をなす穴を設ける。配置しようとする柱状継鉄または磁石ユニットを、クレーン等で上方に吊持し、案内棒を穴に挿入するように案内しながら降下させて、所定箇所に配置する。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の磁石ユニットの組立方法

は、磁性材料からなる板状継鉄の表面に設けた突起の側面または板状継鉄の表面にすでに固定された磁石ブロックの側面に接着剤を塗布する工程、着磁された磁石ブロックを板状継鉄上で摺動させて搬送する工程、および搬送された磁石ブロックを接着剤が塗布された突起または磁石ブロックに圧着して両者を接着する工程を具備する。この方法によると、摺動させて搬送した磁石ブロックを、接着剤が塗布された突起または磁石ブロックに密着させ、この状態を所定時間保持することで、所定箇所に固定する。したがって、磁石ブロック同士を側面で接着することから、板状継鉄の表面に接着剤を塗布する必要がないため、得られた永久磁石の表面に凹凸が生じにくい。また、磁石ブロックを所定箇所に搬送するのに、板状継鉄上を摺動させればよく、安定して効率的に永久磁石を組み立てることができる。ここで、磁束をショートさせないため、突起が、アルミニウム等の非磁性材料からなることが好ましい。

【0011】磁石ブロックを搬送する前に、板状継鉄の表面に案内部材を配し、固定しようとする磁石ブロックを案内部材の側面に当接させて位置決めすることにより、磁石ブロックを所定の箇所に正確に配置することができる。案内部材として、例えば、一対のレールを、両者のなす角度が90度になるように敷設する。好ましくは、案内部材の磁石ブロックを当接させる側面の磁石ブロック同士の接着部に対応する箇所に凹部を設ける。案内部材は、複数の磁石ブロックを用いて永久磁石を組み立てた後は、取り外す必要がある。案内部材に上記のような凹部を設けることにより、接着剤で磁石ブロックを接着するときに、接着面よりはみ出た接着剤が案内部材に付着して案内部材と磁石ブロックが接着するのを防ぐことができる。板状継鉄上に既に固定された隣接する一対の磁石ブロックの側面により形成される角部、または案内部材の側面とそれに密着して配置された磁石ブロックの側面により形成される角部に新たな磁石ブロックを嵌め込むように密着して配置すると、磁石ブロックを容易に位置決めすることができる。特に、新たな磁石ブロックを、その側面をすでに固定された磁石ブロック同士または前記案内部材により構成される角部の各辺すなわちこれらの側面に対して平行にした状態で、この角部に向けて平行移動するように搬送して、角部に嵌め込むようにすると、ズレなく磁石ブロックを配置することができる。

【0012】本発明の他の磁石ユニットの組立方法は、板状継鉄、板状継鉄の表面に同一の磁極を上面に向けて密着配置した複数の磁石ブロックで構成される永久磁石および永久磁石の表面に配された磁極片を備えた磁石ユニットの組立方法であって、磁性材料からなる板状継鉄の上方に、磁性体である磁極片を板状継鉄の上面より所定間隔を隔てて略平行に保持する工程、および接着しようとする複数の磁石ブロックをそれぞれ板状継鉄上を搬

送して相互に接着して固定する工程を具備する。上記のように複数の磁石ブロックを磁極の方向を一致させて配置すると、磁石ブロックのそれぞれに逆方向の磁界が作用することから、磁石ブロックが減磁しやすい。そこで、磁石ブロックを固定する際に、その上方に磁性体である磁極片を配しておくことで、磁極片の方に磁束が引き寄せられて逆磁界が弱められるため、磁石ブロックの減磁を防ぐことができる。また、このようにして、磁極片を配しておく、磁石ブロックの固定後に磁極片を永久磁石上に降下させるだけで、磁極片を所定の箇所に正確に配置することができる。磁極片は、大きな磁性体であるため、永久磁石の組み立て後に磁石に近寄せると、大きな吸引力が働いて、作業中非常に危険であるとともに、所定の位置に正確に配置することが困難である。これに対して、あらかじめ板状継鉄の上方に磁極片を配置しておく、作業中の安全性が確保されるとともに、所定の位置に正確に配置することが可能となる。

【0013】本発明のMRI用磁界発生装置の組立方法は、上記のような磁石ユニット上の永久磁石と柱状継鉄を配しようとする箇所との間に、柱状継鉄を案内するための案内部材を配する工程、柱状継鉄を磁石ユニットの上方に吊持する工程、および吊持した柱状継鉄を案内部材の側面に沿わせながら降下させ、磁石ユニット上に配置する工程を具備する。好ましくは、板状継鉄の穴と磁石の間に、吊持した柱状継鉄の案内棒を穴に案内するための案内部材を配した後、柱状継鉄を案内部材の側面に沿って降下させて板状継鉄上に設置する。たとえば、案内部材の穴側の面の形状を、設置後の柱状継鉄の側面形状に略一致させておくと、より効果的である。吊持した柱状部材は、永久磁石に吸引されてその軸が鉛直方向に対して傾斜する。この柱状継鉄を案内部材の側面に当接させた状態で降下させると、柱状継鉄を容易に所定箇所に載置することが可能になる。案内部材の高さは、好ましくは、700mm以上とする。

【0014】本発明の他のMRI用磁界発生装置の組立方法は、板状継鉄および板状継鉄の表面に配された永久磁石を備えた磁石ユニットの一対と、前記磁石ユニットの一対を永久磁石が互いに対向するように所定の間隔を隔てて支持しかつ磁氣的に接続する柱状継鉄とを具備したMRI用磁界発生装置の組立方法であって、磁石ユニットの上面に形成された穴の上方に柱状継鉄を吊持する工程、吊持した柱状継鉄の下端面に穴に挿入するための案内棒を装着する工程、および柱状継鉄を穴に案内棒が挿入されるように案内しながら降下させて柱状継鉄と磁石ユニットを接続する工程を具備する。吊持した柱状継鉄を案内棒を穴に案内しながら降下させることにより、柱状継鉄を所定の箇所に精度よく配置することができる。

【0015】本発明のさらに他のMRI用磁界発生装置の組み立て方法は、磁石ユニットに固定された柱状継鉄

の上に他方の磁石ユニットを設置する際に、柱状継鉄の上端面に突出した案内棒を配し、案内棒と雌雄をなす穴が形成されている板状継鉄を備えた他方の磁石ユニットを、磁極片を下方に向けて柱状継鉄の上方に吊持したのち、案内棒が穴に挿入されるように他方の磁石ユニットを案内しながら降下させて柱状継鉄上に配置する。ここで、互いに長さの異なる一対の案内棒を用いると、まずは一方の案内棒を対応する穴に挿入して柱状継鉄と磁石ユニットのおおよその位置決めを行い、ついで他方の案内棒を対応する他の穴に挿入して、正確な位置決めを行うことができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の好ましい実施例として、いずれも図1に示す磁界発生装置の組立方法について、詳細に説明する。図1に示す磁界発生装置では、一対の磁石ユニット8が、4本の断面が円形の柱状継鉄2により所定の間隔を隔てて配されている。磁石ユニット8の板状継鉄1の互いに対向する表面には、それぞれ複数の磁石ブロックで構成される永久磁石3が配されていて、さらにその上面に磁極片4が配されている。永久磁石3を構成する永久磁石ブロックは、同一の磁極を上面に向けて密着して配置されている。

【0017】《実施例1》本実施例では、図1に示すような磁界発生装置において、複数の磁石ブロックを板状継鉄1の上面に略円板状に配置して永久磁石3を組み立てる方法について説明する。本実施例で用いる磁石ブロックは、磁性粉末を一辺が4～10cmの略立方体状に加圧成型し、焼結して得られた磁石部材を、着磁したものである。なお、必要に応じて着磁前に複数の磁石ブロックを互いに接着したものを用いる場合もある。図2および図3に示すように、板状継鉄1の表面には、アルミニウム等の非磁性材料からなる位置決め用の突起5があらかじめ固定されている。さらに、板状継鉄1の表面には、同じく非磁性材料からなる一対の案内レール6が、突起5を中心とした半径方向に互いに90度の角度をなして配されている。なお、案内レール6は、ネジ6cにより板状継鉄1に着脱可能に固定されている。

【0018】最初の磁石ブロック7は、図3に示すように、突起5と案内レール6のなす角部を等分する直線、すなわち図3に示す角度 α が45度になる直線に沿って板状継鉄1上を搬送され、図3に破線で示す位置、すなわち突起5側の角部に配置される。このとき、磁石ブロック7は、板状継鉄1に吸着した状態のまま摺動される。搬送されている磁石ブロック7と突起5の間隔が所定の距離（例えば5～10cm）になると、その搬送を停止し、突起5の磁石ブロック7と接着させる面に接着剤（例えばエポキシ系接着剤）を塗布する。ただし、案内レール6の側面には接着剤を塗布しない。その後、搬送を再開し、磁石ブロック7を突起5に圧着させる。磁石ブロック7を突起5に圧着した状態で所定時間放置す

ると、接着剤が硬化して両者が接着される。ここで、磁石ブロック7を、図4の(a)に示すように、その角部7aを先端にして側面7bおよび7cが、密接させようとする突起5の側面5aおよび案内レール6の側面6aとそれぞれ平行になるようにした状態で平行移動させて搬送すると、磁石ブロック7の配置にズレが生じにくい。なお、アルミニウム製の突起5は、磁石ブロック7と接着することから、装置の組立後もその状態で残ることになる。しかしながら、非磁性材料であるため磁束がショートすることがなく、組立後に磁石ユニット間で発生する磁界強度を低下させずに磁石ブロック7を固定することができる。また、アルミニウムには、エポキシ系接着剤による接着性が高いといった利点もある。

【0019】以下、突起5と他方の案内レール6の接続箇所構成される角部、案内レール6の側面6aと磁石ブロック7の側面7aにより構成される角部、または隣接して固定された一対の磁石ブロック7の側面7dおよび7eによって構成される角部に、同様に新たな磁石ブロック7を搬送して固定する。この場合も、図4(b)に示すように、側面7bおよび7cをこれらの面と平行に維持したまま、磁石ブロック7を搬送する。このようにして、図5に示すように、磁石ブロック7を一対の案内レール6を半径とする四分円状に配置する。いずれの場合も、案内レール6の側面には接着剤を塗布せずに、磁石ブロック7の側面にのみ接着剤を塗布するようにする。以上のようにして、磁石ブロック7を四分円状に配置すると、固定されていた一対の案内レール6を取り外し、新たに図5に破線で示す位置に案内レール6を固定する。ついで、この四分円状に配置された磁石ブロック7に密接して、同様に四分円状に磁石ブロック7を新たに配置する。以後、同様にして四分円ずつ磁石ブロック7を配置し、略円状の永久磁石3を組み立てる。

【0020】なお、上記のように、板状継鉄1と磁石ブロックは直接接着しないが、突起5周囲の磁石ブロック7は突起5に接着され、さらに隣接する磁石ブロック7同士は互いに側面で接着される。また、各磁石ブロック7はそれぞれ板状継鉄1を強固に吸引する。したがって、磁石ブロック7の配置にズレは生じない。ここで、磁石ブロック7の固定に用いる接着剤は強力であることから、いったん磁石ブロック7と案内レール6が接着されると、両者を離すのは困難である。そこで、図6に示すように、案内レール6の側面に凹部6bを設ける。凹部6bは、案内レール6の側面に密着して固定する磁石ブロック7同士の接着面に対応した箇所設けられる。これにより、磁石ブロック7を固定しようとして先に固定された磁石ブロック7に圧着するとき、その接着面に塗布された接着剤が接着面から溢れだしても、案内レール6に付着することはなく、磁石ブロック7と案内レール6の接着を防ぐことができる。

【0021】上記のような永久磁石の組み立ては、例え

ば図7に示す組立装置を用いて、以下のようにして行う。図7に示すように、基台10上に設置された回転テーブル11は、その中央に垂直に配された回転軸を有し、図中矢印方向に回転することができる。回転テーブル11上には、板状継鉄1が載置されている。回転テーブル11の隣りには、搬送手段12が配されている。搬送手段12は、その高さを回転テーブル11上の板状継鉄1の上面の高さと一致させて配された搬送テーブル13を備える。搬送テーブル13の上面には、アーム9およびその先端に接続された保持部14が配されている。なお、搬送手段12は、アーム9の軸に対して垂直方向に水平移動するように構成されている。アーム9は、搬送テーブル13に係合されていて、保持部14に保持された磁石ブロック7は、アーム9の軸方向に搬送される。

【0022】保持部14は、図8に示すような構造を有する。保持部14は、一对の側壁15aおよび15bを有する枠体15と、側壁15aおよび15bにそれぞれ対向するように配された一对の側部油圧シリンダ16aおよび16bを有する。保持部14の上面には、保持された磁石ブロック7を下方に押圧するための上部油圧シリンダ17が配されている。枠体15は、昇降用油圧シリンダ(図示せず)によって上方に移動することができる。磁石ブロック7は、枠体15の側壁15aおよび15bと側部油圧シリンダ16aおよび16bの間に押圧されて保持され、板状継鉄1の上を摺動される。磁石ブロック7を既に接着されている磁石ブロック等に接着する際には、上部油圧シリンダ17によって保持している磁石ブロック7を下方に押圧して磁石ブロック7が既に固定されている磁石ブロックとの間の反発力で浮き上がるのを防ぎながら、枠体15を上方に移動させて保持している磁石ブロック7の圧着しようとする2面を開放する。磁石ブロック7の開放された2面(または一方の面)に接着剤の塗布が完了すると、磁石ブロック7を上部油圧シリンダ17によって下方に押圧しながら、側部油圧シリンダ16aおよび16bにより磁石ブロック7を所定時間、接着箇所に圧着して接着する。

【0023】ここで、以上の操作の間、板状継鉄1の上方に磁極片4を配しておく。たとえば、図9に示すような昇降機を用いて、磁極片4を板状継鉄1の上方に配置する。昇降台18は、ネジ式の駆動軸19の回転により上下に昇降可能になっている。昇降台18の下方には、保持部18aが設けられていて、磁極片4は、保持部18aにボルト18bにより固定される。磁極片4は、磁性体であるため、すでに接着されている磁石ブロックから発生する磁束を引き寄せる。このように、板状継鉄1の上方に磁極片4を配置することにより、組み立てている永久磁石3の動作点を上げてすでに接着された磁石ブロック7および圧着しようとする磁石ブロック7の減磁を抑制することができる。さらに、保持部14に保持さ

れた磁石ブロック7を接着する際には、上部油圧シリンダ17の上面を上方に保持された磁極片4の下面に押し当てることで、安定して磁石ブロック7を保持することができる。

【0024】また、磁石ブロック7の固定が終了すると、磁極片4を固定していた位置から下方に移動させるだけで、磁極片4の載置が完了する。磁石ブロック7を固定した後に、磁極片4を他の場所から搬送して載置することはきわめて困難であるのに対して、この方法によれば、容易に磁極片4を所定の箇所に載置することができる。また、例えば、磁石ブロック7を接着する際に、磁石ブロック7の上面とその上方に配された昇降台18に保持された磁極片4の下面の間隔を5cm程度にしておいて、保持部14の上部油圧シリンダ17の上面を、磁極片4の下面に圧接するようにすると、保持部14に保持された磁石ブロック7とすでに板状継鉄1上に固定された磁石ブロック7に働く反発力を弱めて容易に磁石ブロック7を板状継鉄1上の所定箇所に固定することができる。

【0025】《実施例2》本実施例では、実施例1のようにして板状継鉄1の表面に永久磁石3および磁極片4を配置して得られた磁石ユニット8の一对を、柱状継鉄2を挟んで組み合わせる方法について説明する。

【0026】まず、磁石ユニット8の板状継鉄1の四隅に、以下のようにして柱状継鉄2を配置する。組立後の磁界発生装置において、一对の磁極片4の間に均一な磁界を形成するためには、永久磁石3と柱状継鉄2の間に一定の間隔を設ける必要がある。ただし、この間隔を大きくすると、磁極片4間に形成する磁界は均一になるが、装置自体の重量が大きくなってしまふ。そこで、従来より、人体の全身を磁極片4間に収容して撮影するような磁界発生装置においては、永久磁石3と柱状継鉄2の間隔は、概して150~250mm程度に設計されている。柱状継鉄2は、例えばクレーンで吊持して、一方の端面が下方になるように垂下させる。ついで、柱状継鉄2を降下させて、柱状継鉄2を板状継鉄1の接続部1aに配置する。ここで、磁性体である柱状継鉄2を永久磁石3に近づけると、柱状継鉄2は永久磁石3により吸引されるため、柱状継鉄2を所定の位置に配置するのは困難である。

【0027】そこで、図10に示すように、板状継鉄1上の永久磁石3と穴20の間に案内材22を配すると、安全かつ効率的に柱状継鉄2を配置することが可能になる。案内材22は、例えばL字状に連なった一对の側壁を有し、その側壁がそれぞれ配置後の柱状継鉄2の側壁に接するように配される。柱状継鉄2は、固定しようとする箇所すなわち接続部1aの上方に吊持した後、そのまま降下させて載置することが望ましい。したがって、永久磁石3の磁界強度、柱状継鉄2の形状等を考慮して案内材22の高さが決定される。なお、上記

のように、案内部材22は、永久磁石3の近傍に配置する必要があることから、アルミニウム等の非磁性材料からなることが望まれる。しかし、柱状継鉄2を配置しようとする際には、柱状継鉄2には永久磁石3によって強い吸引力が働くことから、アルミニウム製の案内部材22は柱状継鉄2と接触すると摩耗や変形が激しい。そこで、案内部材15には、例えばアルミニウムを芯材とし、その表面にステンレス銅板を貼り付けたものを用いる。

【0028】また、図10に示すように、接続しようとする柱状継鉄2の下端面に案内棒21を装着し、さらに板状継鉄1の接続部1aに案内棒と雌雄をなす位置決め用の穴20を形成しておくことで、柱状継鉄2を接続部1aに容易かつ正確に配置することができる。案内棒21は、柱状継鉄2に着脱可能に装着される。案内棒21の長さは、板状継鉄1の厚さよりも大きくする。柱状継鉄2は、例えばクレーンで吊持して、案内棒21が装着された端面が下方になるように垂下させる。ついで、柱状継鉄2を降下させながら案内棒21を穴20に挿入して、柱状継鉄2を接続部1aに配置する。柱状継鉄2の配置が終了すると、案内棒21を取り外し、柱状継鉄2を板状継鉄1にボルト等で固定する。上記のような案内棒21と案内部材22は、それぞれ別個に用いることができる。また、図10に示すように、両者を併用すると、組み立ての作業性がより向上する。なお、実際の組み立てにおいては、柱状継鉄2を降下させながら、人力によって案内棒21を穴20に案内することになるため、永久磁石3によって柱状継鉄2に強い吸引力が働くと、位置決めが困難になって、作業性が著しく悪化する。

【0029】図11に L_1 で表された案内部材22の高さは、その目的から明らかなように、磁極片4の高さ L_2 よりも大きくする必要がある。なお、本実施例の磁界発生装置においては、案内棒21の長さ L_3 は500mm、 L_4 は300mm、板状継鉄1の厚さ L_5 は300mmである。接続部1aの上方に吊持した柱状継鉄2の下端面の高さDと、柱状継鉄2に働く永久磁石3の吸引力Fの関係を図12に示す。磁石の近傍では、0.1～0.2テスラの磁界が発生することから、図12に示すように、 L_1 を300mmにすると柱状継鉄2を降下させる途中で柱状継鉄2には1000N近い吸引力が働くことになる。柱状継鉄2を降下させる際に、永久磁石3に吸引されないようにして柱状継鉄2を人力で所定箇所に案内するためには、柱状継鉄2に働く永久磁石3の吸引力の大きさは、せいぜい200～300Nである。したがって、 L_1 はこれより大きい必要がある。図11より、好ましい案内部材22の高さ L_1 は、700mm以上である。

【0030】磁石ユニット8に柱状継鉄2を接続した後、柱状継鉄2の他端に他の磁石ユニット8aを接続す

ることで、磁気回路が形成される。このとき、接続しようとする磁石ユニット8aは、既に接続された磁石ユニット8aと柱状継鉄2の上方に、磁極片4を下方に向けて保持する。図13に示すように、柱状継鉄2の端面に第一の案内棒23および第二の案内棒24を着脱可能に装着し、さらに接続しようとする磁石ユニット8の板状継鉄1の四隅に第一および第二の案内棒23および24を案内するための位置決め用の穴25および26を設けておく。ここで、第一の案内棒23の長さを第二の案内棒24のそれよりも長くする。吊持された磁石ユニット8aを降下させながら、その穴25を柱状継鉄2の第一の案内棒23に案内して接続しようとしている磁石ユニット8aと柱状継鉄2の大まかな位置決めを行い、ついで、そのまま磁石ユニット8aを降下させながら穴26に第二の案内棒24を案内して、磁石ユニット8aを柱状継鉄2上に載置する。ここで、図示しないが、先に一方の磁石ユニット8に柱状継鉄を接続する際に用いた案内部材22と同様の部材を、他の磁石ユニット8aに設けておくと、より効率よく組み立てることができる。一対の磁石ユニット8および8aは、互いに吸引することから、両者の相対位置にズレが生じると、その後の修正が困難である。これに対して、上記の方法によると、磁石ユニット8aを正確に載置することができる。なお、磁石ユニット8aの載置が完了すると、案内棒23および24を取り外し、柱状継鉄2と磁石ユニット8aをボルト等で固定する。

【0031】なお、本発明のMRI用磁界発生装置の組立方法は、例えば図14および図15に示すように、上記実施例の磁界発生装置に用いたものと同様に永久磁石3および磁極片4を備えた一対の磁石ユニット8を、2本の柱状継鉄30で接続した磁界発生装置や、図16に示すように単一の柱状継鉄30で接続した磁界発生装置の組み立てにも有用である。なお、図中永久磁石3を一体の円板として示しているが、実際には上記実施例の磁界発生装置の永久磁石3と同様に、複数の磁石ブロックを略円形状に組み立てたものである。

【0032】

【発明の効果】本発明によると、MRI用磁界発生装置に用いる永久磁石を効率よく組み立てることができる。また、磁石ユニットおよび柱状継鉄を効率よく正確に組み立てることができる。したがって、本発明によると、MRI用磁界発生装置を効率よく組み立てることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例で用いたMRI用磁界発生装置の一部を切り欠いた斜視図である。

【図2】本発明の一実施例のMRI用磁界発生装置の組立工程において、磁石ブロックを配置する前の板状継鉄を示す斜視図である。

【図3】同組立工程において、板状継鉄上に磁石ブロッ

クを組み立てるときの状態を示す板状継鉄の平面図である。

【図4】同組立工程において、板状継鉄上に磁石ブロックを組み立てるときの磁石ブロックの搬送状態を示す平面図である。

【図5】同組立工程において、板状継鉄上に磁石ブロックを四分円状に組み立てた状態を示す平面図である。

【図6】同組立工程において、板状継鉄上に磁石ブロックを組み立てるときの状態の他の例を示す板状継鉄の平面図である。

【図7】同実施例で用いた永久磁石の組立装置の構造を示す要部の斜視図である。

【図8】同組立装置の磁石ブロックの保持部の斜視図である。

【図9】同実施例で用いた他の永久磁石の組立装置の構造を示す要部の正面図である。

【図10】本発明の他の実施例のMRI用磁界発生装置の組立工程において、磁石ユニットに柱状継鉄を接続するときの状態を示す斜視図である。

【図11】同組立工程における要部の斜視図である。

【図12】同組立工程における柱状継鉄の底面の高さで柱状継鉄に働く永久磁石の吸引力の関係をj示す特性図である。

【図13】同組立工程において、柱状継鉄に他の磁石ユニットを接続するときの状態を示す斜視図である。

【図14】MRI用磁界発生装置の他の例を示す斜視図である。

【図15】MRI用磁界発生装置のさらに他の例を示す斜視図である。

【図16】MRI用磁界発生装置のさらに他の例を示す斜視図である。

【符号の説明】

1 板状継鉄

* 1 a 接続部

2、30 柱状継鉄

3 永久磁石

4 磁極片

5 突起

5 a 側面

6 案内レール

6 a 側面

6 b 凹部

10 6 c ネジ

7 磁石ブロック

7 a 角部

7 b、7 c 側面

8、8 a 磁石ユニット

9 アーム

10 基台

11 回転テーブル

12 搬送手段

13 搬送テーブル

20 14 保持部

15 枠体

15 a、15 b 側壁

16 a、16 b 側部油圧シリンダ

17 上部油圧シリンダ

18 昇降台

18 a 保持部

18 b ボルト

19 駆動軸

20、25、26 穴

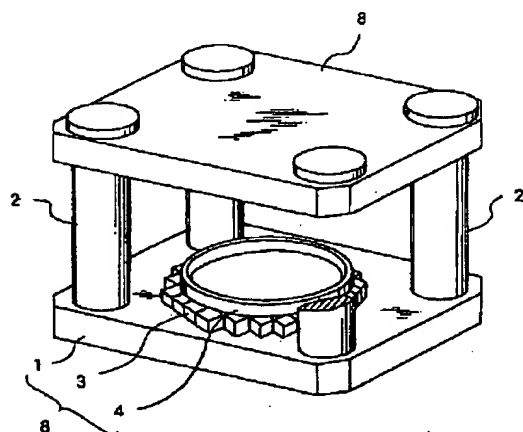
30 21 案内棒

22 案内部材

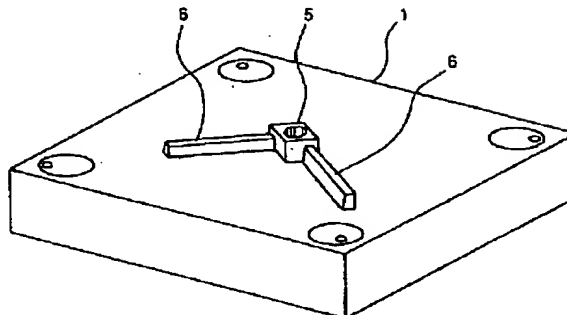
23 第一の案内棒

* 24 第二の案内棒

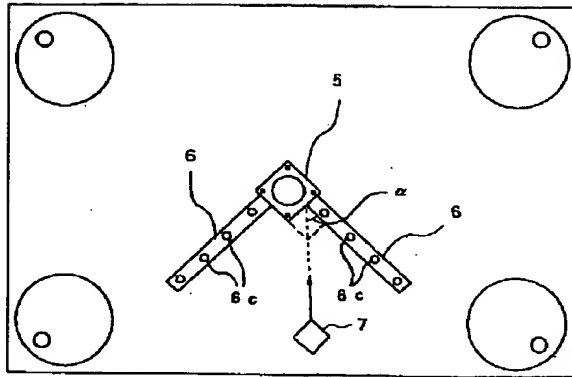
【図1】



【図2】

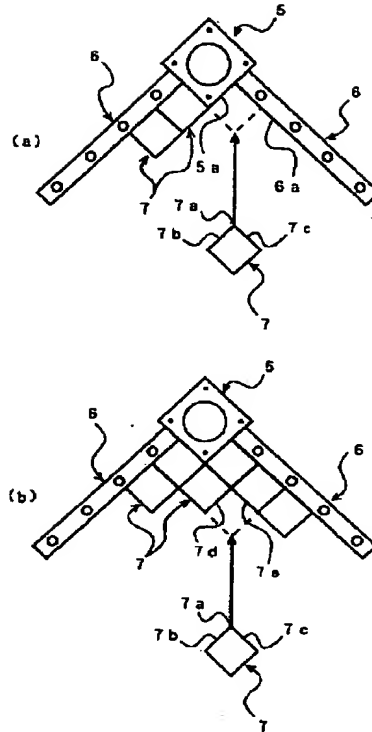


【図3】

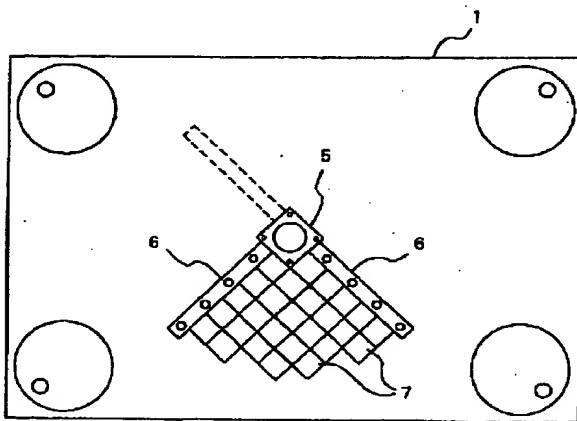


- 1 板状磁鉄
5 突起
6 案内レール
7 磁石ブロック

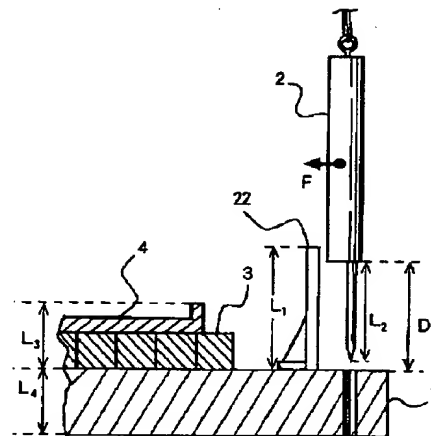
【図4】



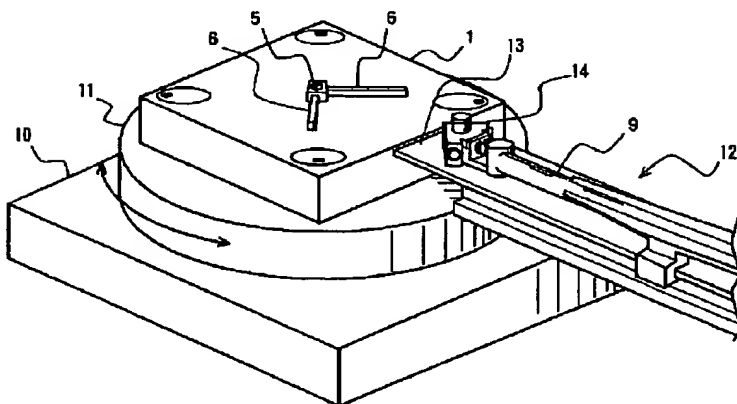
【図5】



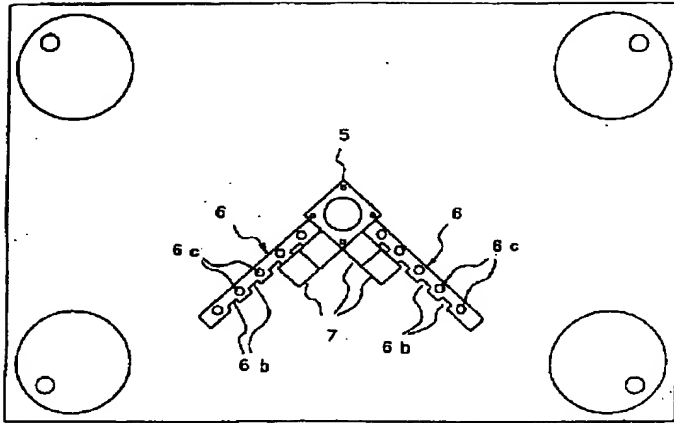
【図11】



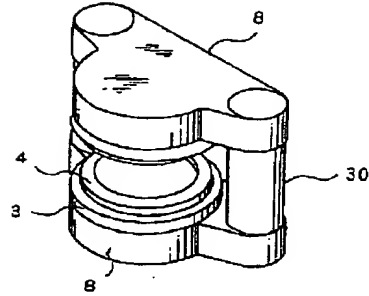
【図7】



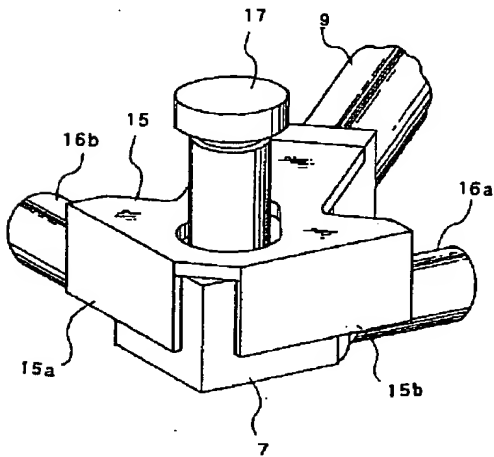
【図6】



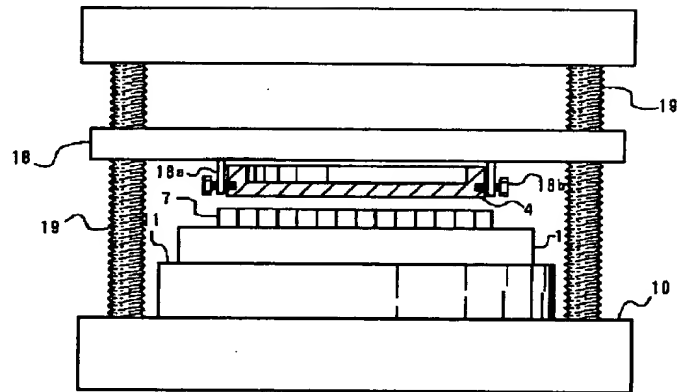
【図14】



【図8】

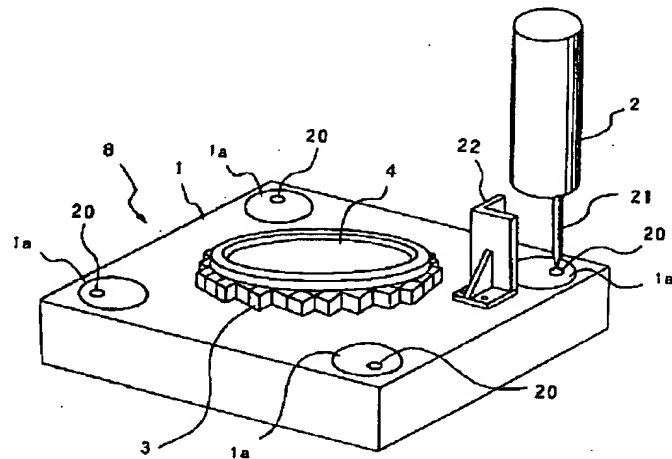
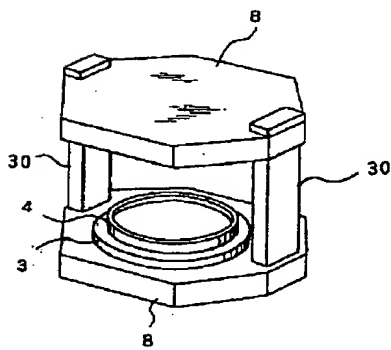


【図9】

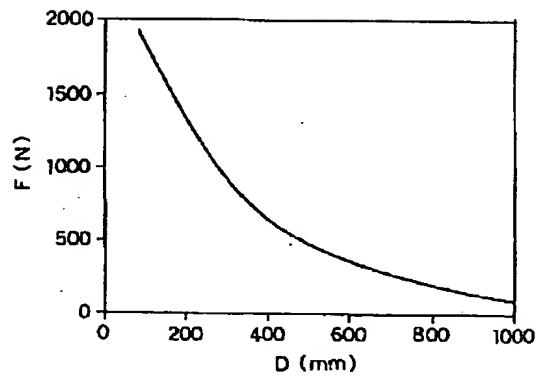


【図10】

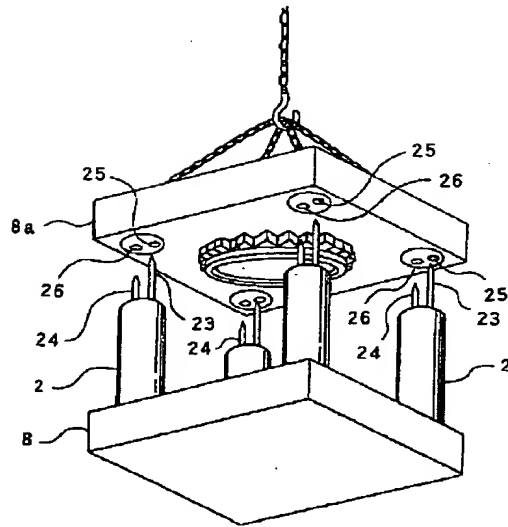
【図15】



【図12】



【図13】



【図16】

